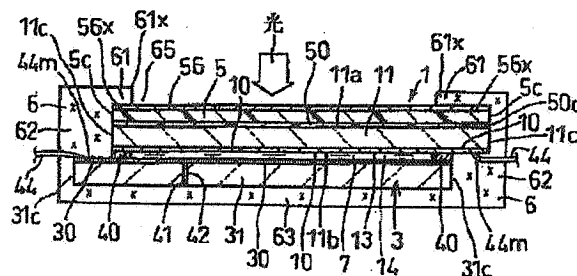


Patent Abstracts of Japan

TITLE : DYE-SENSITIZED SOLAR CELL



COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-68373
(P2003-68373A)

(43)公開日 平成15年3月7日(2003.3.7)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 1 M 14/00		H 0 1 M 14/00	P 5 F 0 5 1
H 0 1 L 31/04		H 0 1 L 31/04	Z 5 H 0 3 2

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2001-255189(P2001-255189)

(22)出願日 平成13年8月24日(2001.8.24)

(71)出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(71)出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地
の1

(72)発明者 西村 和彦

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシ
ン精機株式会社内

(74)代理人 100081776

弁理士 大川 宏

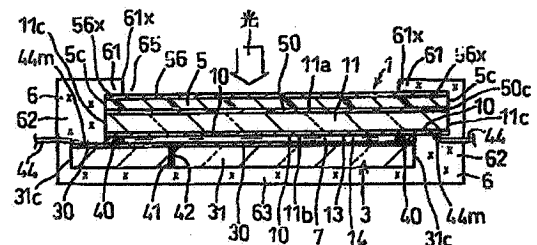
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 色素増感型太陽電池

(57)【要約】

【課題】光透過性をもつ基板の割れを抑え、基板の割れに起因する電荷輸送層成分の漏れ、基板の飛散等に対する安全性を更に向上させた色素増感型太陽電池を提供する。

【解決手段】色素増感型太陽電池は、光極1と、光極1に対して所定の間隔を隔てて設けられた導電性を有する対極3と、光極1と対極3との間に封入された電荷輸送層7とをもつ。光極1は、光透過性をもつ基板11と、基板11に積層された透明導電層10と、透明導電層10に積層された半導体層13と、半導体層13に担持された色素14とを有する。光極1を構成する基板11のうち光入射側の表面には、透明樹脂層5が積層されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光透過性をもつ基板と、前記基板に積層された透明導電層と、前記透明導電層に積層された半導体層と、前記半導体層に担持された色素とを有する光極と、

前記光極に対して所定の間隔を隔てて設けられた導電性を有する対極と、

前記光極と前記対極との間に封入された電荷輸送層とをもつ色素増感型電池において、

前記光極を構成する基板のうち光入射側の表面には、透明樹脂層が積層されていることを特徴とする色素増感型太陽電池。

【請求項2】請求項1において、前記透明樹脂層の内部または表面には、紫外線遮断性を有する紫外線遮断物質が設けられていることを特徴とする色素増感型太陽電池。

【請求項3】請求項1または2において、前記透明樹脂層の内部または表面には、耐摩傷性を有する耐摩傷物質が設けられていることを特徴とする色素増感型太陽電池。

【請求項4】請求項1～3のいずれか一項において、少なくとも前記透明樹脂層の端面には、防湿性を有する防湿層が被覆されていることを特徴とする色素増感型太陽電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は色素増感型太陽電池に関する。

【0002】

【従来の技術】地球環境保全、化石エネルギー資源の枯渇等の問題に対し、太陽から無尽蔵に降り注ぐ自然光を利用して発電する太陽電池が注目されてきている。現在普及している太陽電池システムでは、結晶系シリコン太陽電池が主流であり、一部アモルファスシリコン系太陽電池が採用されている。しかしながら、これらシリコン系太陽電池には、半導体シリコン原料の不足、エネルギーペイバックができない、コストが高い等の問題を抱えている。こうした中、このような問題が少ない色素増感型太陽電池が近年開発されている。色素増感型太陽電池は、1991年にスイスのローザンヌ大学のグレッツェルらによって開発されたものであり、グレッツェルセルとも呼ばれている。

【0003】この色素増感型太陽電池の基本的な構造は、光極と、光極に対して所定の間隔を隔てて設けられた導電性を有する対極と、光極と対極との間に封入された電荷輸送層とをもつ。光極は、光透過性をもつ基板と、基板に積層された透明導電層と、透明導電層に積層されたn型の半導体層と、半導体層に担持された色素とを有する。通常、光極の主要素である基板、対極の主要素である基板は、透明ガラスが用いられている。そのた

め色素増感型太陽電池では、実使用を考えると、透明ガラスの割れによる電荷輸送層成分の漏れ、ガラス飛散等に対する安全性が問題となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】この対応策としては、前記した基板において、①強化ガラスの使用、②樹脂ガラスの使用、③厚板透明ガラスの使用の方策が考えられる。

【0005】しかしながら、前記した色素増感型太陽電池では高い変換効率を得るためには、半導体層を形成する際に、400℃以上の加熱処理が必要となる。このように高温に加熱されるため、強化ガラスを基板として使用した場合には、ガラスの軟化による基板の強度低下が起こる。また樹脂ガラスを基板として使用した場合には、前記した加熱処理の温度に樹脂ガラスは耐え得るものではない。厚板透明ガラスを基板として使用した場合には、厚板透明ガラスで形成された基板の本来の強度は向上するが、基板の表面に傷が一旦入ると大幅に強度が低下するため、実使用での信頼性に対する課題が残る。また、板厚が厚くなるため、色素増感型太陽電池の重量が重くなる。更に、それを支えるための周辺部材の強度が必要になり、更に重量が増加する等の問題が発生する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は前記した実情に鑑みてなされたものであり、光透過性をもつ基板の割れを抑え、基板の割れに起因する電荷輸送層成分の漏れ、基板の飛散等に対する安全性を更に向上させた色素増感型太陽電池を提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係る色素増感型太陽電池は、光透過性をもつ基板と、基板に積層された透明導電層と、透明導電層に積層された半導体層と、半導体層に担持された色素とを有する光極と、光極に対して所定の間隔を隔てて設けられた導電性を有する対極と、光極と対極との間に封入された電荷輸送層とをもつ色素増感型電池において、光極を構成する基板のうち光入射側の表面には、透明樹脂層が積層されていることを特徴とするものである。

【0008】本発明に係る色素増感型太陽電池によれば、光極を構成する基板のうち光入射側の表面には、透明樹脂層が積層されている。このため基板の表面における傷の発生を抑えることができ、当該基板の強度の低下を未然に抑えることができ、光極を構成する基板の割れを抑制することができる。また、万一、基板が割れた場合であっても、電荷輸送層成分の漏れが抑えられ、更に、基板破片の分離、飛散等が透明樹脂層によって抑えられる。よって軽量かつ安全性が高い色素増感型太陽電池を提供することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明に係る色素増感型太陽電池によれば、次の形態を採用することができる。

【0010】光極は、光透過性をもつ基板と、基板に積層された透明導電層と、透明導電層に積層された半導体層と、半導体層に担持された色素とを有する。半導体層としては、例えば酸化チタン (TiO_2)、酸化亜鉛 (ZnO)、酸化ニオブ (Nb_2O_5)、酸化錫 (SnO_2)、酸化インジウム (In_2O_3) 等のn型酸化物半導体を用いることができる。この半導体層は吸収光波長領域を拡大するための増感色素を担持する。この色素は、例えばルテニウム系金属錯体、オスニウム系金属錯体、フタロシアニン系色素、ナフタロシアニン系色素、キサンテン系色素の少なくとも1種を用いることができる。

【0011】また、電荷輸送層は半導体層（色素を含む）へ電子を供給する役割をもち、電解液、ゲル電解質、固体電解質、ホール輸送体等の少なくとも1種を用いることができる。通常は電荷輸送層として電解液を用いることができる。この電解液の主な構成は有機溶媒とハロゲン系の酸化還元対を有する。有機溶媒としては、例えばアセトニトリル、プロピオニトリル、プロピレンカーボネート、γ-ブチロラクトン等の少なくとも1種を用いることができる。ハロゲン系の酸化還元対としては、例えばヨウ素系（I系）、臭素系（Br系）、塩素系（Cl系）を用いることができる。

【0012】光極を構成する基板は、透明ガラスで形成することが好ましい。この場合、通常のソーダガラス、白板ガラス等が好ましい。対極は、透明ガラスで形成した基板を構成要素とすることができるが、カーボンで形成しても良い。対極を構成する基板は、光極を構成する基板と同様に、透明ガラスで形成することが好ましい。この場合、通常のソーダガラス、白板ガラス等が好ましい。

【0013】光極を構成する基板のうち光入射側の表面には、透明樹脂層が積層されている。透明樹脂層は耐候性を有する耐候性樹脂が好ましく、フッ素系樹脂、ポリエステル系樹脂、アクリル系樹脂、ビニル系樹脂、アセテート系樹脂、イミド系樹脂、アミド系樹脂の少なくとも1種を例示することができる。透明樹脂層の厚さは適宜選択できるものの、 $10\mu\text{m}$ 以上、特に $20\mu\text{m}$ 以上が好ましい。透明樹脂層の厚さは具体的には $20\sim 1000\mu\text{m}$ 、殊に $30\sim 500\mu\text{m}$ 、 $50\sim 100\mu\text{m}$ を採用することができるが、これらに限定されるものではない。

【0014】このように光極を構成する基板のうち光入射側の表面に透明樹脂層が積層されているため、基板の表面における傷の発生が効果的に抑制され、当該基板の強度の低下が未然に抑えられる。また、使用の際に、万一、基板が割れた場合であっても、電荷輸送層成分の漏れ、基板破片の飛散等を透明樹脂層によって抑えることができ、軽量かつ安全性が高い色素増感型太陽電池を提

供することができる。

【0015】本発明に係る太陽電池によれば、透明樹脂層の内部または表面には、紫外線遮断性を有する紫外線遮断物質が設けられている形態を採用することができる。紫外線遮断物質としては、無機半導体微粒子または有機紫外線吸収物質があり、例えば無機半導体微粒子では、アナターゼ型酸化チタン、ルチル型酸化チタン、酸化セリウム、酸化亜鉛、酸化鉄、 CdS 、 CdSe 等の少なくとも1種を採用することができる。これらの平均粒子径は適宜選択できるものの、 200nm 以下、また 100nm 以下が好ましい。有機系の紫外線吸収物質としては、ベンゾトリアゾール系、トリアジン系、ベンゾフェノン系等の少なくとも1種を採用することができる。紫外線遮断物質を有する層を透明樹脂層に被覆する場合には、層の厚みとしては $20\mu\text{m}$ 以下、殊に $10\mu\text{m}$ 以下が好ましい。

【0016】このように紫外線遮断物質を設けることにより、当該太陽電池の構成要素の紫外線による劣化を防止することができ、耐久性が優れた色素増感型太陽電池を提供することができる。例えば、当該太陽電池の構成要素である透明樹脂層、透明樹脂層と基板との接着層、電池シール層および色素の紫外線による劣化を抑制することができ、耐久性が優れた色素増感型太陽電池を提供することができる。

【0017】また、透明樹脂層の内部または表面には、耐摩傷性を有する耐摩傷物質が設けられている形態を採用することができる。耐摩傷物質としては、耐摩傷性がある微粒子を含む樹脂層を採用することができる。このような樹脂層の材質としては、シリコン樹脂、フッ素樹脂、アクリル樹脂、無機コーティング等の少なくとも1種を例示することができる。このような樹脂層を形成することにより、透明樹脂層の表面の滑りが良くなり、透明樹脂層自身の傷付き防止に有効となる。耐摩傷性を有する微粒子としては、粒子径 $2\sim 100\text{nm}$ の超微粒子状の硬質粒子を採用することができる。硬質粒子としては、酸化シリコン、酸化アンチモン、酸化錫、酸化チタン、炭酸カルシウムの少なくとも1種を採用できる。

【0018】耐摩傷性を有する微粒子の量としては、耐摩傷性を有する微粒子を含む層を透明樹脂層に積層する場合には、耐摩傷性を有する微粒子を含む層の基材を100%としたとき、外付けで、当該微粒子を0.001~30重量%、特に0.001~10重量%配合する形態を採用することができる。また、耐摩傷性を有する微粒子を透明樹脂層に配合させる場合には、透明樹脂層の基材である樹脂量を100%としたとき、外付けで、当該微粒子を0.001~30重量%配合する形態を採用することができる。この場合、外付けとは、当該微粒子が10重量%の場合には、樹脂量100%+微粒子10%=110%となることを意味する。

【0019】透明樹脂層の端面には、防湿性を有する防

湿層が被覆されている形態を採用することができる。このようにすれば、透明樹脂層の端面を含む当該太陽電池の端面の防湿性、防水性が向上する。従って、防湿性を有する防湿層が当該太陽電池の端面に被覆されている形態を採用することができる。防湿層を構成する材料としては、例えばシリコン系、ブチルゴム系、ポリイソブチレン系の樹脂またはゴム材料の少なくとも1種を例示することができる。このような構造を採用することにより、透明樹脂層と基板との接着部分への水分混入等による透明樹脂層の密着性低下を防止でき、また、当該電池内部への水分混入の防止を図り得るため、耐久性が優れた色素増感型太陽電池を提供することができる。

【0020】

【実施例】本発明に係る各実施例について図面を参照して具体的に説明する。

【0021】（実施例1）実施例1を図1～図4に模式的に示す。本実施例によれば、図1に示すように、第1透明導電層10が搭載面11bに積層された透明ガラス板（材質：ソーダガラス）を光極1の第1基板11として用いる。第1基板11を構成する透明ガラス板は厚み1.8mmであり、平坦状の光入射面11a、光入射面11に対して平行な平坦状の搭載面11b、光入射面11aに対して直角方向に沿った端面11cを有する。第1透明導電層10はフッ素がドーパされた酸化錫の薄膜で形成されている。

【0022】この第1基板11に積層されている第1透明導電層10の上に、厚み10 μ mのアナターゼ型の酸化チタン層で形成されたn型の半導体層13を積層する。この場合、酸化チタン微粒子を原料としたペーストを用い、このペーストをスクリーン印刷にて第1透明導電層10に積層した後、熱処理温度（500℃）で所定時間（1時間）焼成して、酸化チタン層からなるn型の半導体層13を形成する。

【0023】次に、この酸化チタン層からなる半導体層13に、増感用の色素14として機能するルテニウム金属錯体を吸着させる。この場合、吸着させるルテニウム金属錯体を溶解したエタノール溶液に、半導体層13を室温で所定時間（4日間）浸漬させ、図1に示す光極1を形成する。

【0024】次に、対極3の形成について説明する。光極1の第1透明導電層10と同様の第2透明導電層30が積層されている透明ガラス（材質：ソーダガラス）を第2基板31として用い、第2基板31の第2透明導電層30の表面に白金（Pt）微粒子33を担持させる。この場合、白金コロイド溶液を第2透明導電層30の表面にスプレー塗布し、400℃で焼付け処理を行ない、白金（Pt）微粒子33を第2透明導電層30の表面に担持させ、図2に模式的に示す対極3を形成する。

【0025】前記方法で作成した光極1と対極3とを互いに向き合わせた状態で貼り合わせる。この場合、図3

に示すように、光極1と対極3との間の隙間の周囲に電池シール部40を介在させる。次に、対極3を構成する第2基板31に予め形成した注入口41からヨウ素系の有機電解液を注入する。その後、封口シール部42で注入口41をシールして封口する。電池シール部40、封口シール部42としてポリイソブチレン系接着剤を用いる。そして、取り出し電極用の配線44を導電性接着剤で第1透明導電層10の所定部位及び第2透明導電層30の所定部位にそれぞれ接続する。

【0026】次に、透明性を有する粘着剤層50が積層されたポリエステルフィルム（厚み：0.2mm）で形成された透明樹脂層5を用い、前記した太陽電池の光極1を構成する第1基板11の光入射面11aの表面に、粘着剤層50を介して透明樹脂層5を貼り合わせる。図3から理解できるように、透明樹脂層5の投影面積は第1基板11の光入射面11aの投影面積に相当しており、透明樹脂層5の端は第1基板11の光入射面11aの端に到達している。

【0027】次に、その透明樹脂層5の光入射側の表面に、耐摩傷性を有する微粒子が配合されたアクリル系の紫外線遮断層56（厚み：5～10 μ m）を直接積層させる。紫外線遮断層56は紫外線遮断物質を含有する。紫外線遮断物質としては、ベンゾトリアゾール系、トリアジン系、ベンゾフェノン系等の少なくとも1種を採用することができる。耐摩傷性を有する微粒子としては、粒子径2～100nmの超微粒子状の硬質粒子を採用している。硬質粒子としては、酸化シリコン、酸化アンチモン、酸化錫、酸化チタン、炭酸カルシウムの少なくとも1種を採用できる。耐摩傷性を有する微粒子の量としては、耐摩傷性を有する微粒子を含む紫外線遮断層56の基材を100%としたとき、当該微粒子を外付けで0.001～30重量%、0.001～10重量%配合する形態を採用することができる。

【0028】前記したように透明樹脂層5の光入射側の表面に、耐摩傷性を有する微粒子が配合された紫外線遮断層56を積層したら、第1基板11及び第2基板31の周りに防湿層6を被覆する。この場合には、紫外線遮断層56を積層した第1基板11及び第2基板31の組付体を成型の成形キャビティ内に配置した状態で、防湿層6となるシリコン樹脂を成形キャビティに装填固化させて形成されている。この結果、図3に示すように、シリコン樹脂で形成された防湿層6は、第1基板11の端面11c、第2基板31の端面31c、透明樹脂層5の端面5c、粘着剤層50の端面50c、電池シール部40、配線44の電極接点44m等をそれぞれ外側から被覆して埋設している。

【0029】図3に示すように、防湿層6は、当該太陽電池の光極1の第1基板11の光入射面11aの大部分を露出させる露出開口65を形成しつつ当該太陽電池の光入射側を被覆する第1防湿被覆部61と、当該太陽電

池の端面側の周囲を被覆する第2防湿被覆部62と、当該太陽電池の光入射側と反対側である背面の全域を被覆する第3防湿被覆部63とを有する。従って、透明樹脂層5の端面5c、電池シール部40、配線44の電極接点44mは、防湿層6で埋め込まれ、防湿処理及び防水処理が行われている。換言すれば、露出開口65を除いて、当該太陽電池は防湿層6に被覆されている。

【0030】図3に示すように、防湿層6の第1防湿被覆部61は、透明樹脂層5上の紫外線遮断層56の端部56xに外側から直接に接合して両者の境界域をシールしている。この結果、防湿層6の第1防湿被覆部61の内端61xは、透明樹脂層5上の紫外線遮断層56の端部56xよりも内側に配置されている。従って、防湿層6の第1防湿被覆部61により透明樹脂層5及び紫外線遮断層56の剥離は、抑えられている。このようにして、色素増感型太陽電池を作成した。図4に示すように露出開口65は、防湿層6の第1防湿被覆部61の辺61a~61dで区画されており、光入射側に露出している。

【0031】前記した方法で作成した色素増感型太陽電池は、図3に示すように、光極1と、光極1に対して所定の間隔を隔てて設けられた導電性を有する対極3と、光極1と対極3との間に封入されたヨウ素系の有機電解液で形成された電荷輸送層7とを有する。前記した光極1は、透明ガラスで形成された第1基板11と、第1基板11の搭載面11bに積層された第1透明導電層10と、第1透明導電層10に積層されたn型の半導体層13と、半導体層13に担持された色素14とを有する。光極1を構成する第1基板11のうち光入射側の全域の表面には、薄肉状の平坦な透明樹脂層5が積層されている。

【0032】本実施例に係る色素増感型太陽電池は、光が照射される雰囲気で使用される。第1基板の光入射面11aに光（太陽光、発光装置の光等）が照射されると、発電が生じる。即ち、光が照射されると、色素14が光を吸収して励起されて電子を半導体層13に注入すると共に、色素に生じた正孔は電解質を酸化する。この過程を通じて発電が行われる。

【0033】本実施例に係る色素増感型太陽電池によれば、表面に貼り合わされている透明樹脂層5により光極1の第1基板11の耐破損性が確保されるため、耐久性が向上した色素増感型太陽電池を提供することができる。更に色素増感型太陽電池の周囲には防湿層6が被覆されているため、光極1の第1基板11等に対する、衝撃緩衝性及び耐破損性が一層確保され、耐久性が一層向上した色素増感型太陽電池を提供することができる。

【0034】更に本実施例によれば、透明樹脂層5の光入射側の表面には紫外線遮断層56が積層されているため、紫外線を含む光が当該太陽電池にあたる場合であっても、当該太陽電池の構成要素の紫外線による劣化を抑

えることができる。即ち、当該太陽電池の構成要素である透明樹脂層5、透明樹脂層5と第1基板11とを接合させる粘着剤層50、電池シール部40及び色素14等が紫外線によって劣化することが抑えられ、耐久性が一層向上した色素増感型太陽電池を提供することができる。

【0035】更に本実施例によれば、色素増感型太陽電池の周囲には防湿層6が被覆されているため、透明樹脂層5と第1基板11との接着部分への水分混入等による透明樹脂層5の密着性低下を抑えることができ、また、当該電池内部への水分混入の抑制を一層図り得るため、耐久性が一層向上した色素増感型太陽電池を提供することができる。

【0036】前記方法で作成した色素増感型太陽電池を用いて、耐久試験として落球試験、高温高湿度試験、紫外線照射試験を実施した。落球試験では、直径38ミリメートル、重量225グラムの鉄球を高さ1メートルから、色素増感型太陽電池の光極1側に落下させた。この落球試験では、光極1の第1基板11の表面に貼り合わされている透明樹脂層5の作用と周囲に被覆されている防湿層6の作用とにより、透明ガラスで形成された第1基板11の飛散および電解液漏れは共に認められなかった。

【0037】また高温高湿度試験では、85℃で95% RH（湿度）の雰囲気当該太陽電池を100時間放置した。この高温高湿度試験では、透明樹脂層5およびセル外観に変化は認められなかった。紫外線照射試験では、紫外線強度60mW/cm²の雰囲気当該太陽電池を100時間放置した。紫外線照射試験では、透明樹脂層5およびセル外観に変化は認められなかった。

【0038】（実施例2）実施例2を図5に示す。実施例2は実施例1と基本的には同様の構造であり、同様の作用効果を奏する。共通する機能を奏する部位には、共通の符号を付する。太陽電池の光極1を構成する第1基板11の光入射面11aの表面に、透明性を有する粘着剤層50が積層されたポリエステルフィルムで形成された透明樹脂層5が貼り合わされている。その透明樹脂層5の光入射側の表面に、紫外線遮断物質を含む紫外線遮断層56が積層されている。紫外線遮断層56は紫外線遮断物質を含有する。紫外線遮断物質としては、ベンゾトリアゾール系、トリアジン系、ベンゾフェノン系等の少なくとも1種を採用することができる。

【0039】図5に示すように、紫外線遮断層56の光入射側の表面には耐摩傷層58が更に積層されている。耐摩傷層58は、粒子径2~100nmの耐摩傷性を有する硬質粒子を含む樹脂層で形成されている。前記した硬質粒子としては、酸化シリコン、酸化アンチモン、酸化錫、酸化チタン、炭酸カルシウムの少なくとも1種を採用できる。前記した硬質粒子の量としては、耐摩傷層58の基材を100%としたとき、硬質粒子を外付けで

0.001~30重量%、特に0.001~10重量%配合する形態を採用できる。

【0040】本実施例においても、図5に示すように、防湿層6は、当該太陽電池の光極1の第1基板11の光入射面11aの大部分を露出させる露出開口65を形成しつつ当該太陽電池の光入射側を被覆する第1防湿被覆部61と、当該太陽電池の端面側を被覆する第2防湿被覆部62と、当該太陽電池の背面の全域を被覆する第3防湿被覆部63とを有する。図5に示すように第1防湿被覆部61は耐摩傷層58の端部58xに接合されて両者の境界域をシールしている。この結果、防湿層6の第1防湿被覆部61の内端61xは、透明樹脂層5上の耐摩傷層58の端部58xよりも内側に配置されている。従って、第1防湿被覆部61により透明樹脂層5、紫外線遮断層56及び耐摩傷層58の剥離は、抑えられている。防湿層6はシリコン樹脂で形成されている。

【0041】このように透明樹脂層5の端面5c、第1基板11の端面11c、第2基板31の端面31c、電池シール部40、配線44の電極接点44m等は、防湿層6で被覆されて、防湿処理及び防水処理が行われている。

【0042】(実施例3) 実施例3を図6に示す。実施例3に係る色素増感型太陽電池は、実施例1と基本的には同様の構造であり、同様の作用効果を奏する。共通する機能を奏する部位には、共通の符号を付する。本実施例には、太陽電池の光極1を構成する第1基板11の光入射面11aの表面に、粘着剤層50が積層された透明樹脂層5が貼り合わされている。故に、透明樹脂層5により光極1の第1基板11の耐破損性が確保され、耐久性が向上した色素増感型太陽電池を提供することができる。

【0043】本実施例においても、防湿層6はシリコン樹脂で形成されており、図6に示すように、当該太陽電池の光極1の第1基板11の光入射面11aの大部分を露出させる露出開口65を形成しつつ当該太陽電池の光入射側を被覆する第1防湿被覆部61と、当該太陽電池の端面側を被覆する第2防湿被覆部62と、当該太陽電池の背面の全域を被覆する第3防湿被覆部63とを有する。従って、透明樹脂層5の端面5c、第1基板11の端面11c、第2基板31の端面31c、電池シール部40、配線44の電極接点44m等は、防湿層6で被覆され、防湿処理及び防水処理が行われている。更にシリコン樹脂製の防湿層6により、色素増感型太陽電池の耐破損性が一層確保され、耐久性を一層向上させることができる。

【0044】但し本実施例では、紫外線遮断層56、耐摩傷層58は積層されていない。このため防湿層6の第1防湿被覆部61は透明樹脂層5の端部5xに外側から直接に接合して両者の境界域をシールしている。この結果、防湿層6の第1防湿被覆部61の内端61xは、透

明樹脂層5の端部5xよりも内側に配置されている。従って、防湿層6の第1防湿被覆部61により透明樹脂層5の剥離は抑えられている。

【0045】(実施例4) 実施例4を図7に示す。実施例4に係る色素増感型太陽電池は実施例1と基本的には同様の構造であり、同様の作用効果を奏する。共通する機能を奏する部位には、共通の符号を付する。本実施例においても、太陽電池の光極1を構成する第1基板11の光入射面11aの表面に、粘着剤層50が積層された透明樹脂層5が、粘着剤層50を介して貼り合わされている。故に、透明樹脂層5により光極1の第1基板11の耐破損性が確保され、耐久性が向上した色素増感型太陽電池を提供することができる。透明樹脂層5には紫外線遮断層56が積層されている。

【0046】但し本実施例においては、図7から理解できるように、防湿層6は設けられていない。このような太陽電池は室外でも使用できるが、防湿層6が設けられていないため、厳しい防湿性及び防水性が要求されない環境、例えば、雨水が当たる頻度が少ない室内等の環境において使用するのに適する。

【0047】(実施例5) 実施例5を図8に示す。実施例5に係る色素増感型太陽電池は実施例1と基本的には同様の構造であり、同様の作用効果を奏する。共通する機能を奏する部位には、共通の符号を付する。本実施例においても、図8に示すように、太陽電池の光極1を構成する第1基板11の光入射面11aの表面に、粘着剤層50が積層された透明樹脂層5が粘着剤層50を介して貼り合わされている。故に、透明樹脂層5により光極1の第1基板11の耐破損性が確保され、耐久性が向上した色素増感型太陽電池を提供することができる。但し本実施例においては、透明樹脂層5には紫外線遮断層56は積層されておらず、防湿層6も設けられていない。このような太陽電池は室外でも使用できるが、厳しい防湿性及び防水性が要求されない環境、例えば、雨水や紫外線が当たる頻度が少ない室内等の環境において使用するのに適する。

【0048】(実施例6) 実施例6を図9、図10に示す。本実施例においては、第1透明導電層10が搭載面11bに積層された透明ガラス板(材質:ソーダガラス)を光極1の第1基板11Kとして用いる。透明ガラス板で形成された第1基板11Kは厚み1.8mmであり、平坦な光入射面11a、平坦な搭載面11b、光入射面11aに直交する方向に沿った端面11cを有する。第1透明導電層10はフッ素がドーパされた酸化錫の薄膜で形成されている。第1基板11Kの第1透明導電層10を複数個の分割するため、レーザースクライブで切断し、切断部10wを形成する。このように切断された第1透明導電層10の上に複数の半導体層13(10 μ m厚)、複数のセパレータ層75(10 μ m厚)、複数の対極3(50 μ m厚)をそれぞれ積層して形成す

る。この場合、半導体層13、セパレータ層75、対極3のそれぞれの層をスクリーン印刷で塗布した後に、熱処理温度(450℃)に加熱して焼成を行った。材料としては、半導体層13がアナターゼ型の酸化チタン、セパレータ層75がルチル型の酸化チタン、対極3がカーボンである。

【0049】そして、半導体層13、セパレータ層75、対極3を形成した第1基板11Kごと、ルテニウム系金属錯体を溶解したエタノール溶液に室温で所定時間(4日間)浸漬させる。これにより、アナターゼ型の酸化チタン層で形成されている半導体層13に、色素14であるルテニウム金属錯体を吸着させる。

【0050】次に、第1基板11Kの各層を形成した搭載面11bを、樹脂フィルムで覆うように熱溶着で積層し、ローラ掛けを行い、膜状の電池シール部40Kを形成する。電池シール部40Kとして機能する樹脂フィルムは、100μm厚のポリエチレン系フィルムを用いる。次に、事前に作成した樹脂フィルムの注入口から、電荷輸送層7となるヨウ素系の有機電解液を注入し、封口シールをする。そして取り出し電極用の配線44を導電性接着剤で接続する。

【0051】次に前記した太陽電池の第1基板11Kの光入射面11aの表面に、粘着剤層50が積層された0.2mm厚のポリエステルフィルムからなる透明樹脂層5を、透明性を有する粘着剤層50を介して貼り合わせる。次にこの透明樹脂層5の光入射側の表面に、耐摩傷性のあるアクリル系の紫外線遮断層56を積層する。

【0052】前記した透明樹脂層5の端面5c、第1基板11Kの端面11c、紫外線遮断層56の端面、電池シール部40K、配線44の電極接点44mを、防湿層6で被覆する。防湿層6はシリコン樹脂で形成されている。図9に示すように、防湿層6は、当該太陽電池の光極1の第1基板11Kの光入射面11aの大部分を露出させる露出開口65を形成しつつ当該太陽電池の光入射側を被覆する第1防湿被覆部61と、当該太陽電池の端面側を被覆する第2防湿被覆部62と、当該太陽電池の背面の縁域を被覆する第3防湿被覆部63とを有する。図9に示すように、防湿層6の第1防湿被覆部61は、透明樹脂層5上の紫外線遮断層56の端部56xに外側から直接に接合して両者の境界域をシールしている。この結果、防湿層6の第1防湿被覆部61の内端61xは、透明樹脂層5上の紫外線遮断層56の端部56xよりも内側に配置されている。従って、防湿層6の第1防湿被覆部61により透明樹脂層5及び紫外線遮断層56の剥離は抑えられている。

【0053】図10に示すように、露出開口65は防湿層6の第1防湿被覆部61の辺65a~65dで区画されている。前記したように透明樹脂層5の端面5c、第1基板11Kの端面11c、電池シール部40K、配線44の電極接点44mは、防湿層6で埋め込まれ、これ

により防湿処理及び防水処理が行われている。このようにして電池セルを有する色素増感型太陽電池を作成する。各電池セルは互いに直列的にまたは並列的に電気接続されている。

【0054】本実施例においては、図9から理解できるように、第1基板11Kは複数の電池セルをまとめて搭載しており、複数の電池セルに対する共通基板として機能する。また電池シール部40Kは、複数の電池セルをまとめてシールしており、複数の電池セルに対する共通シール部として機能する。

【0055】前記方法で作成した色素増感型太陽電池は、光極1と、光極1に対して所定の間隔を隔てて設けられた導電性を有するカーボンで形成された対極3と、光極1と対極3との間に封入されたヨウ素系の有機電解液で形成された電荷輸送層7とを有する。光極1は、透明ガラスで形成された第1基板11Kと、第1基板11Kに積層された第1透明導電層10と、第1透明導電層10に積層された半導体層13と、半導体層13に担持された色素14とを有する。光極1を構成する基板のうち光入射側の表面には、透明樹脂層5が積層されている。

【0056】本実施例に係る色素増感型太陽電池によれば、第1基板11Kの表面に貼り合わされている透明樹脂層5により第1基板11Kの耐破損性が確保されるため、耐久性が向上した色素増感型太陽電池を提供することができる。更に色素増感型太陽電池の周囲は樹脂性の防湿層6で被覆されているため、耐破損性が一層確保され、耐久性が一層向上した色素増感型太陽電池を提供することができる。

【0057】更に本実施例によれば、透明樹脂層5には紫外線遮断層56が積層されているため、当該太陽電池の構成要素の紫外線による劣化を抑えることができ、耐久性が優れた色素増感型太陽電池を提供することができる。即ち、当該太陽電池の構成要素である透明樹脂層5、透明樹脂層5と第1基板11Kとを接着させる粘着剤層50、電池シール部40Kおよび色素14の紫外線による劣化を防止することができ、耐久性が一層向上した色素増感型太陽電池を提供することができる。

【0058】更に本実施例によれば、色素増感型太陽電池の周囲には樹脂製の防湿層6が被覆されているため、透明樹脂層5と第1基板11Kとの接着部分への水分混入等による透明樹脂層5の密着性低下を抑えることができ、また、当該電池内部への水分混入の抑制を一層図り得るため、耐久性が一層向上した色素増感型太陽電池を提供することができる。

【0059】前記した方法で作成した色素増感型太陽電池を用いて、各種耐久試験を実施した。直径38ミリメートル、重量225グラムの鉄球を高さ1メートルから第1基板11Kに落下させる落球試験では、透明樹脂層5と周囲の防湿層6とにより、第1基板11Kの飛散、

および電解液漏れは発生しなかった。

【0060】また85℃で95%RHの雰囲気100時間放置する高温高湿度試験では、透明樹脂層5およびセル外観の変化は認められなかった。紫外線強度60mW/cm²の雰囲気100時間放置する紫外線照射試験では、透明樹脂層5およびセル外観の変化は認められなかった。

【0061】(実施例7) 実施例7を図11に示す。実施例7に係る色素増感型太陽電池は実施例6と基本的には同様の構造であり、同様の作用効果を奏する。共通する機能を奏する部位には、共通の符号を付する。太陽電池の光極1を構成する第1基板11Kの光入射面11aの表面に、粘着剤層50が積層されたポリエステルフィルムで形成された透明樹脂層5が、粘着剤層50を介して貼り合わされている。本実施例においても、図11に示すように、透明樹脂層5の端面5c、第1基板11Kの端面11c、電池シール部40K、配線44の電極接点44m等は防湿層6で被覆されている。防湿層6はシリコン樹脂で形成されている。図11に示すように、防湿層6は、当該太陽電池の光極1の第1基板11Kの光入射面11aの大部分を露出させる露出開口65を形成しつつ当該太陽電池の光入射側を被覆する第1防湿被覆部61と、当該太陽電池の端面側を被覆する第2防湿被覆部62と、当該太陽電池の背面の全域を被覆する第3防湿被覆部63とを有する。このように透明樹脂層5の端面5c、電池シール部40K、配線44の電極接点44mは、防湿層6で埋め込まれ、防湿処理及び防水処理が行われている。但し本実施例においては、透明樹脂層5の光入射側の表面に、紫外線遮断物質を含む紫外線遮断層56が積層されていない。従って第1防湿被覆部61は透明樹脂層5の端部5xに直接接合され、その両者の境界域をシールしている。即ち、図11に示すように、防湿層6の第1防湿被覆部61は、透明樹脂層5の端部5xに外側から直接に接合して両者の境界域をシールしている。この結果、防湿層6の第1防湿被覆部61の内端61xは、透明樹脂層5の端部5xよりも内側に配置されている。従って、防湿層6の第1防湿被覆部61により透明樹脂層5の剥離は抑えられている。

【0062】このような太陽電池は室外でも使用できるが、紫外線遮断層56が積層されていないため、強い紫外線が当たる頻度が少ない室内等の環境において使用するのに適する。

【0063】(実施例8) 実施例8を図12に示す。実施例8に係る色素増感型太陽電池は実施例6と基本的には同様の構造であり、同様の作用効果を奏する。共通する機能を奏する部位には、共通の符号を付する。本実施例においても、太陽電池の第1基板11Kの光入射面11aの表面に、粘着剤層50が積層されたポリエステルフィルムで形成された透明樹脂層5が、粘着剤層50を介して貼り合わされている。更にその透明樹脂層5の光

入射側の表面に、紫外線遮断物質を含む紫外線遮断層56が積層されている。但し本実施例においては、防湿層6は設けられていない。このような太陽電池は室外でも使用できるが、厳しい防湿性及び防水性が要請されない環境、例えば、雨水が当たる頻度が少ない室内等の環境において使用するのに適する。

【0064】(実施例9) 実施例9を図13に示す。実施例9に係る色素増感型太陽電池は実施例6と基本的には同様の構造であり、同様の作用効果を奏する。共通する機能を奏する部位には、共通の符号を付する。本実施例においても、太陽電池の第1基板11Kの光入射面11aの表面に、粘着剤層50が積層されたポリエステルフィルムで形成された透明樹脂層5が、粘着剤層50を介して貼り合わされている。但し本実施例においては、その透明樹脂層5の光入射側の表面に、紫外線遮断物質を含む紫外線遮断層56は積層されていない。更に防湿層6は設けられていない。このような太陽電池は室外でも使用できるが、厳しい防湿性及び防水性が要請されない環境、例えば、雨水及び強い紫外線が当たる頻度が少ない室内等の環境において使用するのに適する。

【0065】(耐久試験) 下記の試験例に係る色素増感型太陽電池を作成し、それについて耐久試験を行った。

【0066】(試験例a) 試験例aにおいては、実施例1と同様な方法で、板厚5mmの透明ガラスで形成された第1基板11を用いて色素増感型太陽電池を作成した。この第1基板11には透明樹脂層5が貼り合わされていないし、紫外線遮断層56も積層されていない。この太陽電池では防湿層6は設けられている。この太陽電池を用いた落球試験では、第1基板11を構成する透明ガラスの表面ガラスが飛散し、電解液漏れが発生した。更に同種の太陽電池について紫外線照射試験を行ったところ、電池シール部40の剥離、色素の変色が認められた。

【0067】(試験例b) 試験例bにおいては、実施例1と同様な方法で、第1基板11の光入射側の表面に透明樹脂層5を貼り合わせているものの、透明樹脂層5の表面に紫外線遮断層56を積層していない色素増感型太陽電池を作成した。この太陽電池では防湿層6は設けられている。この太陽電池を用いた落球試験では、第1基板11を構成する透明ガラスの飛散は防止できた。更に電解液漏れについても防止できた。但し紫外線照射試験では、透明樹脂層5および電池シール部40の剥離、色素の変色が認められた。

【0068】(試験例c) 試験例cにおいては、実施例6と同様な作成方法で、第1基板11Kの光入射側の表面に透明樹脂層5を貼り合わせているものの、防湿層6が設けられていない色素増感型太陽電池を作成した。この太陽電池では紫外線遮断層56は設けられている。この太陽電池を用いた落球試験では、第1基板11Kを構成する透明ガラスに透明樹脂層5が貼り合わされている

ため、第1基板11Kを構成する透明ガラスの飛散は防止できた。更に電解液漏れについても防止できた。但し、高温高湿度試験においては透明樹脂層5の剥離が認められた。

【0069】(試験例d) 試験例dにおいては、実施例6と同様な作成方法で、透明樹脂層5を第1基板11Kに貼り合わせているものの、透明樹脂層5の表面には紫外線遮断層56が積層されていない色素増感型太陽電池を作成した。この太陽電池では防湿層6は設けられている。この太陽電池を用いた落球試験では、第1基板11Kを構成する透明ガラスの飛散は防止できた。電解液漏れについても防止できた。しかしながら紫外線遮断層56が積層されていないため、紫外線照射試験では透明樹脂層5及び電池シール部40の剥離、色素の変色が認められた。

【0070】(試験例e) 試験例eにおいては、実施例6と同様な作成方法で、透明樹脂層5が貼り合わさっておらず、紫外線遮断層56も設けられていない色素増感型太陽電池を作成した。この太陽電池では防湿層6が設けられている。この太陽電池を用いた落球試験では、第1基板11Kを構成している透明ガラスが飛散し、電解液漏れが発生した。更に同種の太陽電池について紫外線照射試験を行ったところ、電池シール部40Kの剥離、色素の変色が認められた。

【0071】(その他) 図1～図3に示す第1実施例によれば、第1基板11のみに透明樹脂層5を積層しているが、これに限らず、場合によっては、第1基板11に透明樹脂層5を積層すると共に、第2基板31にも透明樹脂層5を積層することにも良い。その他、本発明は前記した各実施例のみに限定されるものではなく、要旨を逸脱しない範囲内で適宜変更して実施できるものである。

【0072】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る色素増感型太陽電池によれば、光極を構成する基板のうち光入射側の表面には、透明樹脂層が積層されている。このため、基板の表面における傷を抑えることができ、当該基板の強度の低下を未然に抑えることができる。また、万一、基板が割れた場合であっても、内部に封入されている電荷輸送層成分の漏れ、基板破片の飛散等を抑えることができる。故に、軽量かつ安全性が高い色素増感型太

陽電池を提供することができる。

【0073】また、防湿層が透明樹脂層の端部に外側から直接に接合して両者の境界域をシールしている場合には、防湿層により透明樹脂層の剥離は確実に抑えられる。このように防湿層により透明樹脂層の剥離は確実に抑えられるため、万一、基板が割れた場合であっても、内部に封入されている電荷輸送層成分の漏れ、基板破片の飛散等を確実に抑えるのに有利となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に係り、組み付ける前の光極の断面図である。

【図2】実施例1に係り、組み付ける前の対極の断面図である。

【図3】実施例1に係り、光極と対極とを組み付けた色素増感型太陽電池の断面図である。

【図4】実施例1に係り、光極と対極とを組み付けた色素増感型太陽電池の平面図である。

【図5】実施例2に係り、光極と対極とを組み付けた色素増感型太陽電池の断面図である。

【図6】実施例3に係り、光極と対極とを組み付けた色素増感型太陽電池の断面図である。

【図7】実施例4に係り、光極と対極とを組み付けた色素増感型太陽電池の断面図である。

【図8】実施例5に係り、光極と対極とを組み付けた色素増感型太陽電池の断面図である。

【図9】実施例6に係り、光極と対極とを組み付けた色素増感型太陽電池の断面図である。

【図10】実施例6に係り、光極と対極とを組み付けた色素増感型太陽電池の平面図である。

【図11】実施例7に係り、光極と対極とを組み付けた色素増感型太陽電池の断面図である。

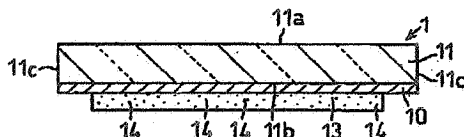
【図12】実施例8に係り、光極と対極とを組み付けた色素増感型太陽電池の断面図である。

【図13】実施例9に係り、光極と対極とを組み付けた色素増感型太陽電池の断面図である。

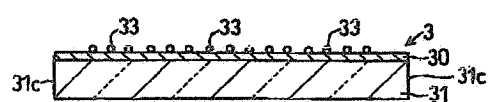
【符号の説明】

図中、1は光極、10は第1透明導電層、11及び11Kは第1基板、13は半導体層、14は色素、3は対極、30は第2透明導電層、31は第2基板、5は透明樹脂層、50は粘着剤層、56は紫外線遮断層、6は防湿層、7は電荷輸送層を示す。

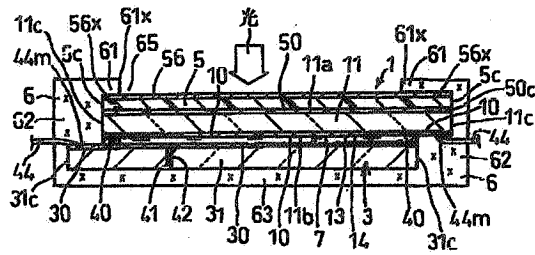
【図1】



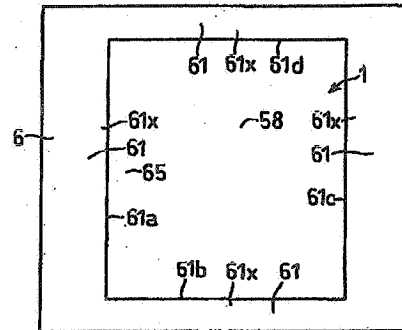
【図2】



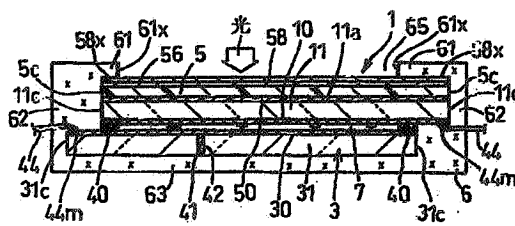
【図3】



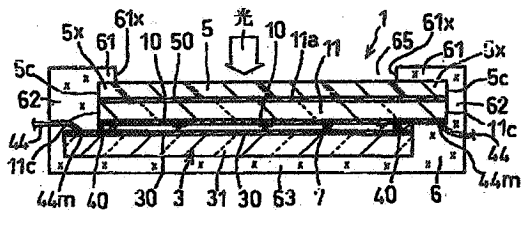
【図4】



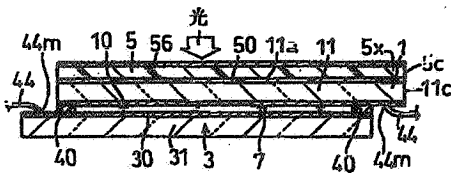
【図5】



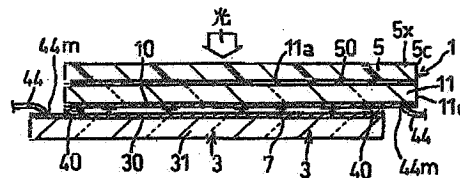
【図6】



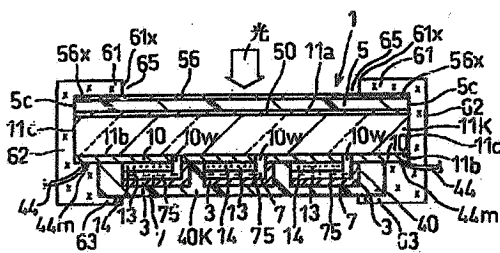
【図7】



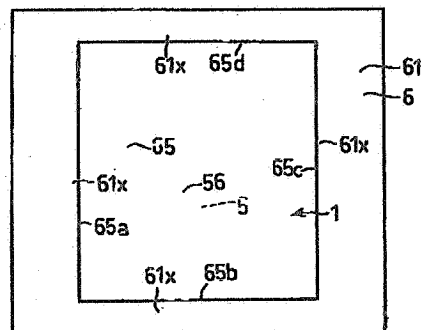
【図8】



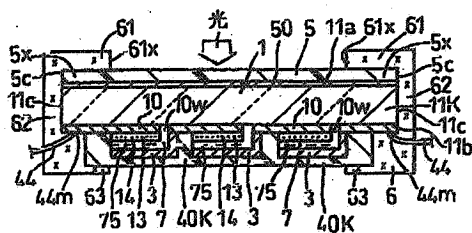
【図9】



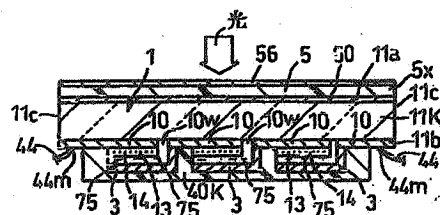
【図10】



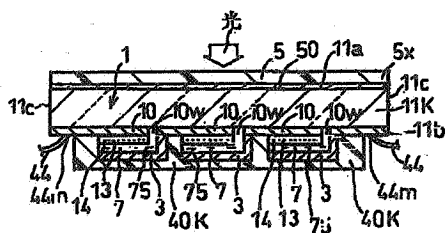
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 土井 将一
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシ
ン精機株式会社内

(72)発明者 深野 達雄
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内
Fターム(参考) 5F051 AA14 BA18 CB13 FA01 FA06
GA03
5H032 AA06 AS16 CC16 EE16